

図 6 地球上におけるPの現存量(10⁶t)および循環速度(10⁶t yr⁻¹)。 *160 x 10⁹ t*

表 36 代表的畑土壌の有効態リン酸含量の平均値 (作土) (1974)

土 壤	昭和40年以前		昭和41年以降	
	平均	点数	平均	点数
火山灰土壌	9±7	373	16±13	72
火山灰混合土壌	13±11	281	20±15	70
海成砂質土	16±6	41	30±10	36
三紀系粘質土	36±34	47	48±26	38

千葉県地力保全基本調査成績より集計

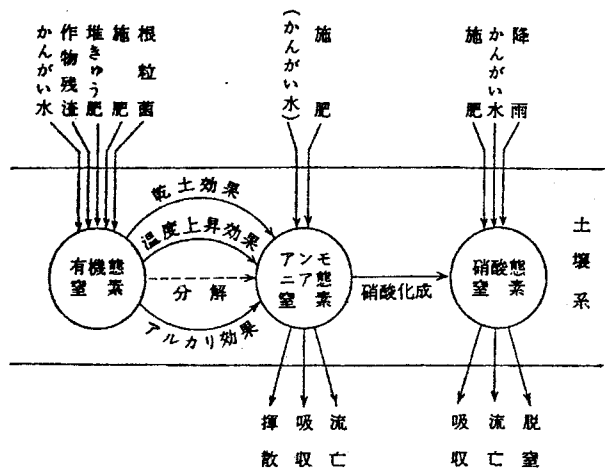


図 59 土壌系における窒素の動向

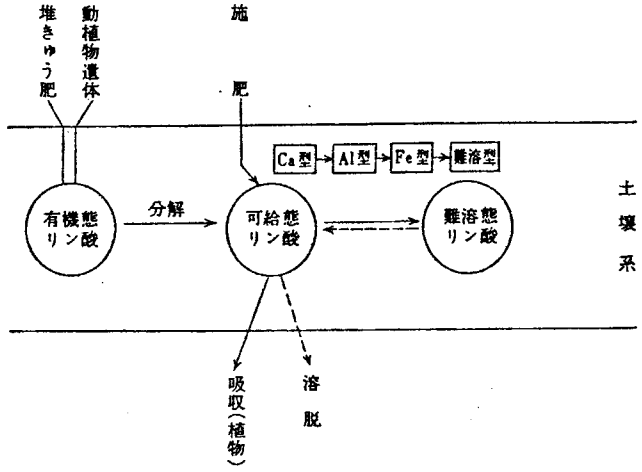


図 60 土壌系におけるリン酸の動向

表 52 土壌中の多量要素の形態

	有 効 性 小	有 効 性 大	溶液中のイオン
N	有機物(蛋白質, アミノ酸, その他)	アンモニウム塩, 硝酸塩, 土壌コロイド吸着	NH ₄ ⁺ NO ₃ ⁻
P	リン灰石, 難溶性の鉄, アルミ, リン酸塩, 有機物(フィテン, 核酸)	カルシウム, マグネシウム, カリウムのリン酸塩, 単純な形のアルミニウム, 鉄リン酸塩	HPO ₄ ²⁻ H ₂ PO ₄ ⁻
Ca	灰長石, 角閃石, 方解石	塩化カルシウムなどの単純な形のカルシウム塩, 土壌コロイド吸着	Ca ²⁺
Mg	黒雲母, 角閃石 二次鉱物(モンモリロナイト, クロライイトなど)	単純なマグネシウム塩 土壌コロイド吸着	Mg ²⁺
S	黄鉄鉱 有機物(蛋白質, 含硫アミノ酸, その他)	カルシウム, マグネシウム, カリウムの硫酸塩	SO ₄ ²⁻

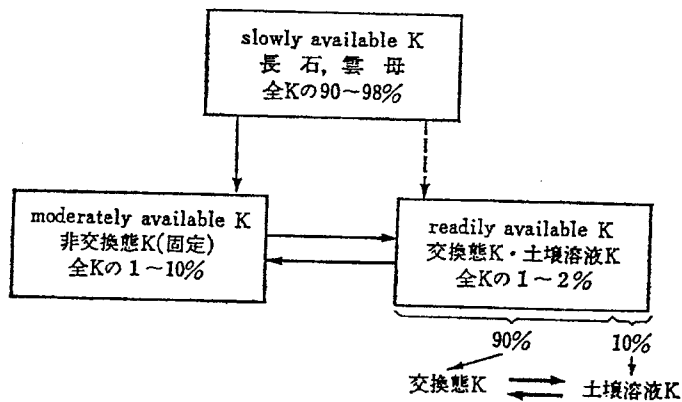


図 81 土壌中におけるカリウム有効性の模式図

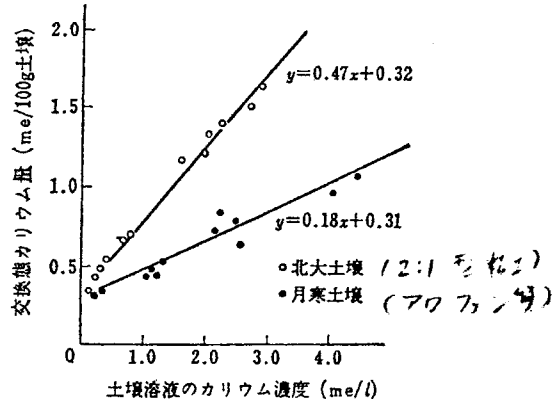


図 82 土壌溶液のカリウムと交換態カリウムの関係 (岡島・松中, 1972)

表 51 作物の要素吸収量 (田中, 1979)

	小麦	トウモロコシ	大豆	菜豆	馬鈴薯	テンサイ
収量*	3.83	6.16	2.75	2.61	10.52	11.91
N	152	165	235	149	224	396
P	25	33	21	17	33	53
K	140	200	90	106	322	454
Ca	20	33	35	34	56	61
Mg	11	17	18	13	27	72
Fe	2.03	1.61	0.55	0.80	1.86	3.61
Mn	0.60	0.71	0.37	0.28	1.37	1.72
Zn	0.23	0.31	0.15	0.13	0.35	0.51
Cu	0.07	0.11	0.06	0.03	0.07	0.14
B	0.12	0.21	0.44	0.25	0.36	0.81
Mo**	6.0	1.3	1.6	2.8	2.3	8.6
Na	2.00	3.05	0.96	0.64	1.77	149
Si	567	340	60	72	40	125

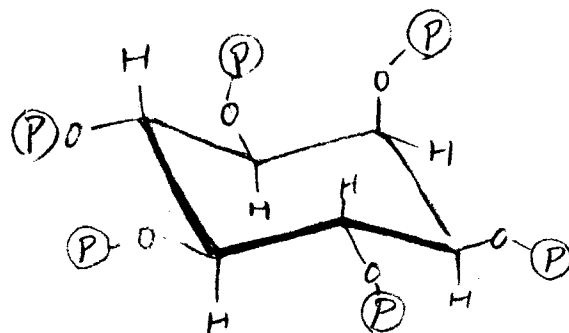
* 乾物 t/ha, 要素吸収量は Mo**(g/ha) 以外はすべて kg/ha.

表 2.4 石炭および泥炭中の微量元素, および地殻における元素との存在比

元素名	記号	石炭		泥炭	
		灰分中 ^{a)} %	地殻に 対する 存在比	灰分中 ^{a)} %	地殻に 対する 存在比
ホウ素	B	0.030	108	0.038	130
ナトリウム	Na	1.32	0.47	0.81	0.36
マグネシウム	Mg	0.59	0.28	1.16	0.65
アルミニウム	Al	15.9	1.85	7.57	0.84
ケイ素	Si	20.6	0.75	15.71	0.56
リン	P	0.13	1.67	0.13	1.3
カリウム	K	1.33	0.51	0.57	0.47
カルシウム	Ca	1.93	0.53	8.26	1.75
チタン	Ti	0.91	1.47	0.91	2.0
バナジウム	V	0.028	2.8	—	—
クロム	Cr	0.013	0.62	—	—
マンガン	Mn	0.035	0.38	0.22	1.3
鉄	Fe	9.87	1.94	24.27	4.85
コバルト	Co	0.009	2.4	0.0021	0.9
ニッケル	Ni	0.036	3.6	0.0020	0.25
銅	Cu	0.050	5	0.026	2.6
亜鉛	Zn	0.041	10	0.055	4.2
モリブデン	Mo	0.011	6	0.0068	4.5

[文献 10), p. 16]

a) 灰分の硫黄分を除く灰分中の%を示す。石炭はアメリカ合衆国バージニア産のものであり、泥炭は尾瀬が原産のものである。



(P) = PO₃H₂

イノシト-ル6リン酸
(7,4-リン酸)の構造

表 3.9 周期律表と主要必須元素および必須微量元素

周期	Ia	IIa	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIII	Ib	IIb	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	O		
1	H *															He		
2	Li	Be						遷移元素			B *	C *	N *	O *	F *	Ne		
3	Na	Mg *									Al	Si	P *	S *	Cl *	Ar		
4	K *	Ca *	Sc	Ti	V	Cr	Mn *	Fe *	Co	Ni	Cu *	Zn *	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo *	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U												

- 主要必須元素 (常量元素) } 動物の
 必須微量元素
 * 植物の必須元素

Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo, Cl

表 2.2 地殻および土壌中の元素の存在度 (%)

元素名と記号		地殻 ^{a)}	土壌	元素名と記号		地殻 ^{a)}	土壌
酸素	O	49.5	49.0	リチウム	Li	6×10^{-3}	3×10^{-3}
ケイ素	Si	25.8	33.0	コバルト	Co	4×10^{-3}	8×10^{-4}
アルミニウム	Al	7.56	7.10	スズ	Sn	4×10^{-3}	1×10^{-3}
鉄	Fe	4.70	3.80	亜鉛	Zn	4×10^{-3}	5×10^{-3}
カルシウム	Ca	3.39	1.37	鉛	Pb	1.5×10^{-3}	1×10^{-3}
ナトリウム	Na	2.63	0.63	モリブデン	Mo	1.3×10^{-3}	2×10^{-4}
カリウム	K	2.40	1.40	ガリウム	Ga	1×10^{-3}	—
マグネシウム	Mg	1.93	0.50	ホウ素	B	1×10^{-3}	1×10^{-3}
水素	H	0.87	—	ゲルマニウム	Ge	6.5×10^{-4}	—
チタン	Ti	0.46	0.50	臭素	Br	6×10^{-4}	5×10^{-4}
塩素	Cl	0.19	0.01	ベリリウム	Be	6×10^{-4}	6×10^{-4}
マンガン	Mn	0.09	0.085	ヒ素	As	5×10^{-4}	6×10^{-4}
リン	P	0.08	0.065	アンチモン	Sb	5×10^{-5}	$n \times 10^{-4}$
炭素	C	0.08	2.00	カドミウム	Cd	5×10^{-5}	6×10^{-6}
硫黄	S	0.06	0.07	タリウム	Tl	3×10^{-5}	1×10^{-5}
窒素	N	0.03	0.10	ヨウ素	I	3×10^{-5}	5×10^{-4}
フッ素	F	0.03	0.02	水銀	Hg	2×10^{-5}	3×10^{-6}
ルビジウム	Rb	0.03	0.01	インジウム	In	1×10^{-5}	—
バリウム	Ba	0.023	0.05	銀	Ag	1×10^{-5}	1×10^{-5}
ジルコニウム	Zr	0.02	0.03	セレン	Se	1×10^{-5}	2×10^{-5}
クロム	Cr	0.02	0.01	パラジウム	Pd	1×10^{-6}	—
ストロンチウム	Sr	0.02	0.03	ヘリウム	He	8×10^{-7}	—
バナジウム	V	0.015	0.01	白金	Pt	5×10^{-7}	—
ニッケル	Ni	0.01	4×10^{-3}	金	Au	5×10^{-7}	—
銅	Cu	0.01	2×10^{-3}	ウラン	U	4×10^{-4}	—

[文献 10), p.9] a) クラーク数

クラーク数は F.W. Clarke (1947) による地殻の化学
成分の分析結果をもとにして示された。JST 16 km 以下の地殻に
水圏と大気圏を合わせた範囲内における元素の存在度 (重量%)

表 3.1 植物および人体に含まれる元素量 (重量%) および植物と人体における元素量の比

元素名	記号	植物 ^{a)}	人体 ^{b)}	植物 人体	元素名	記号	植物 ^{a)}	人体 ^{b)}	植物 人体
酸素	O	70	61	1.1	フッ素	F	0.0005	0.0037	0.14
炭素	C	18	23	0.8	亜鉛	Zn	0.0005	0.0033	0.15
水素	H	10.5	10	1.1	ルビジウム	Rb	0.0005	0.00046	1.1
カルシウム	Ca	0.5	1.4	0.4	銅	Cu	0.0002	0.0001	2.0
カリウム	K	0.3	0.2	1.5	クロム	Cr	—	0.000009	—
窒素	N	0.3	2.6	0.1	臭素	Br	0.00015	0.00029	0.5
ケイ素	Si	0.2	0.03	6.7	ゲルマニウム	Ge	0.0001	—	—
リン	P	0.07	1.0	0.07	ニッケル	Ni	0.00005	0.00001	5.0
硫黄	S	0.05	0.2	0.25	鉛	Pb	0.00005	0.00017	0.3
マグネシウム	Mg	0.04	0.03	1.3	スズ	Sn	0.00005	0.00002	2.5
ナトリウム	Na	0.02	0.14	0.1	ヒ素	As	0.00003	—	—
塩素	Cl	0.02	0.12	0.2	コバルト	Co	0.00002	0.000002	10
鉄	Fe	0.01	0.006	1.7	リチウム	Li	0.00001	—	—
アルミニウム	Al	0.005	0.00009	56	モリブデン	Mo	0.00001	0.00001	1.0
バリウム	Ba	0.003	0.00003	100	イットリウム	Y	0.00001	—	—
ストロンチウム	Sr	0.002	0.00046	4.3	セシウム	Cs	0.00001	0.000002	5
マンガン	Mn	0.001	0.00002	50	セレン	Se	0.000001	—	—
ホウ素	B	0.001	0.00007	14	ウラン	U	0.000001	0.000001	1.0
チタン	Ti	0.008	—	—					

注 1 文献 3), p. 20: 海産植物を含む地球上の植物の平均的質量百分率を表わす。
注 2 文献 2), p. 77: 標準成人 (70 kg) の平均的質量百分率を表わす。